

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-237882

(43)Date of publication of application : 05.09.2000

---

**(51)Int.Cl. B23K 20/12****B21C 37/08****B23K 20/00****B32B 15/01****C22C 21/00****// B23K103:10**

---

**(21)Application number : 11-041630 (71)Applicant : SKY ALUM CO LTD****(22)Date of filing : 19.02.1999 (72)Inventor : MATSUO MAMORU  
TAGATA TSUTOMU**

---

**(54) ALUMINUM ALLOY PLATE FOR SUPER PLASTIC FORMING,  
ALUMINUM ALLOY TUBE AND ITS SUPER PLASTIC FORMED BODY****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a wide width aluminum alloy plate for super plastic forming and to integrally form a large formed body by subjecting rolled plates of super plastic aluminum alloy each other to solid-state welding.

**SOLUTION:** Solid-state welding is a joining method not remaining a solidified structure to a joining part. It is preferable for solid-state welding to use friction agitation welding, flash butt welding, DC butt welding, resistance welding. A super plastic aluminum alloy is either of Al-Mg alloy, Al-Zn-Mg alloy, Al-Zn-Mg-Cu alloy, Al-Cu alloy, Al-Li alloy, Al-Mg-Si alloy, Al-Si alloy, etc., a recrystallization grain is refined, a grain size is preferably  $\leq 30 \mu\text{m}$ . The material, refined by static recrystallization is subjected to a grain refining treatment to have a grain size of  $\leq 40 \mu\text{m}$ , or a cold rolling of a draft of  $\geq 40\%$  or softening annealing to a degree not generating recrystallization in a process to produce a rolled plate.

---

**LEGAL STATUS****[Date of request for examination] 22.02.2002****[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.09.2004****[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]****[Date of final disposal for application]****[Patent number]****[Date of registration]**

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-237882

(P2000-237882A)

(43) 公開日 平成12年9月5日(2000.9.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームド(参考)
B 2 3 K 20/12		B 2 3 K 20/12	C 4 E 0 2 8
B 2 1 C 37/08		B 2 1 C 37/08	A 4 E 0 6 7
B 2 3 K 20/00	3 1 0	B 2 3 K 20/00	3 1 0 H 4 F 1 0 0
B 3 2 B 15/01		B 3 2 B 15/01	F
C 2 2 C 21/00		C 2 2 C 21/00	C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-41630

(22) 出願日 平成11年2月19日(1999.2.19)

(71) 出願人 00010/538

スカイアルミニウム株式会社

東京都墨田区錦糸一丁目2番1号

(72) 発明者 松尾 守

東京都墨田区錦糸1丁目2番1号 スカイ  
アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 田形 勉

東京都墨田区錦糸1丁目2番1号 スカイ  
アルミニウム株式会社内

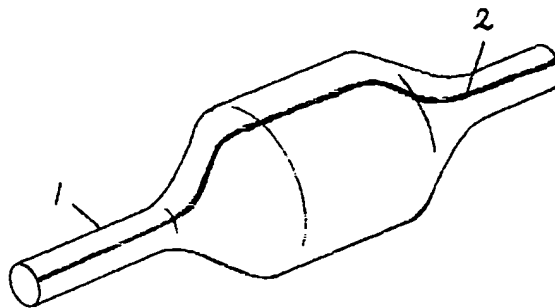
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超塑性成形用アルミニウム合金板、アルミニウム合金管及びその超塑性成形体

(57) 【要約】

【課題】 超塑性成形用アルミニウム合金圧延板を素材として広幅合金板、合金管を製造し、これを超塑性成形して大型一体成形品等を製造する。

【解決手段】 超塑性アルミニウム合金圧延板同志を固相接合して広幅板とし、また超塑性合金圧延板を固相接合して合金管を作成するもので、固相接合として、摩擦攪拌接合、フラッシュバット溶接、DCバット溶接、電縫溶接を用いることを特徴とする。



RECEIVED

AM/PM

AUG 15 2005

VOLPE & KOENIG, P.C.

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超塑性アルミニウム合金圧延板同志が固相接合されていることを特徴とする超塑性成形用広幅アルミニウム合金板。

【請求項2】 超塑性アルミニウム合金圧延板が固相接合されてなる超塑性成形用アルミニウム合金管。

【請求項3】 固相接合として、摩擦攪拌接合、フラッシュバット溶接、DCバット溶接、電縫溶接を用いることを特徴とする請求項1および請求項2記載の超塑性アルミニウム合金材。

【請求項4】 請求項1または2記載の接合体を超塑性成形してなる超塑性成形体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超塑性成形用アルミニウム合金、すなわち300～560℃で成形加工を行うアルミニウム合金の圧延板からなる広幅合金板あるいは合金管ならびにその成形体に関するものであり、大型一体成形品、建材等の装飾用途、自動車・橋梁等の構造体、断面異形パイプ等に適用される。

【0002】

【従来の技術】近年、アルミニウム合金において350℃以上の高温で100%以上の伸びを示す超塑性材料に関して種々の研究がなされており、Al-78%Zn、Al-33%Cu、Al-6%Cu-0.4%Zr (SUPRAL)、Al-Zn-Mg-Cu合金 (7475、7075)、5083などのAl-Mg合金等が超塑性合金として知られている。これらの超塑性合金は数100%にも及ぶ伸びが得られることから、複雑な成形体やそれによる構造体が提案、実用化されている。また超塑性成形の特徴は高温で成形することから低応力で変形が可能であることであり、一般にはブロー成形により成形される。そのため、金型はメス型のみで良い場合が多く、また金型の材質的にも一般の冷間プレスのごとく高強度超硬材質の必要が無く、金型費が安価であることが大きな特徴の一つである。このような、超塑性成形は、比較的製品数の少ない中～少量品種でしかも金型費のかさむ大型成形品、例えばレジャーボートの一体成形などへ適用すると効果が大きいものである。

【0003】また、超塑性加工を管に適用して、複雑な断面を有する管体もしくは構造体を成形することも要望されており、この場合には押出しにより円もしくは角状の管をあらかじめ製造し、この管の両端をシールしてブロー成形などにより超塑性成形することが一般的に提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した超塑性成形で大型の成形品を得るためには、素材として大型の圧延板が必要であるが、実際には大型の圧延板、特に広幅の圧延板には設備上の制約があり、広幅化には限界

があった。このための対策として、通常は板を溶接することが考えられるが、溶接部は一旦溶解し凝固組織となるため、この部分の超塑性特性は完全に消失するという問題がある。また超塑性成形は一般にブロー成形によるため、溶接不良により一箇所でも亀裂、破断が生じるとエア漏れが発生して、成形が不可能となる。従って、溶接による広幅化は不可能である。

【0005】また管を製造するにあたって、超塑性を発現する合金としては上述したような5083、7475等があるが、これらは押出しが非常に困難な合金である場合が多く、さらに押出材は冷間引抜することから加工熱処理を施して結晶粒微細化することが行いにくく、従って十分な超塑性特性を付与することが困難である。

【0006】しかしながら、超塑性成形体の大型化を進めるためには、超塑性成形可能な材料の広幅、大型化が必須であり、そのためには接合部の超塑性特性が低下しない接合方法の開発が必要である。また、管の超塑性成形が可能となれば、図1に示すような自動車に用いる複雑断面形状を有する異形パイプの作成が可能となり、また超塑性成形は転写性に優れていることから複雑な表面模様を有する建材用装飾柱等の用途も開ける。このためにも、超塑性成形の可能なアルミニウム合金管の製造が必要であり、それには超塑性特性の低下の無い接合法の開発が必要である。

【0007】

【課題を解決するための手段】発明者は超塑性特性を阻害しない接合法を鋭意研究検討の結果、接合部が溶解凝固組織でなく固相接合であり、かつ接合部にできるだけ多量の加工歪みを持たせることにより、超塑性成形時の加熱で微細な結晶粒が得られ、もって、接合部の超塑性特性が大幅に低下しない材料と、接合方法の組み合わせを検討し以下の発明に至った。

【0008】すなわち本発明は、超塑性アルミニウム合金圧延板同志が固相接合されていることを特徴とする超塑性成形用広幅アルミニウム合金板であり、また超塑性アルミニウム合金圧延板が固相接合されてなる超塑性成形用アルミニウム合金管である。さらに固相接合として、摩擦攪拌接合、フラッシュバット溶接、DCバット溶接、電縫溶接を用いることを特徴とする請求項1および請求項2記載の超塑性アルミニウム合金材であり、また請求項1または2記載の接合体を超塑性成形してなる超塑性成形体である。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0010】まず、本発明における超塑性材料について説明する。本発明に用いる材料は、基本的には超塑性特性を示すアルミニウム合金であればすべて適用できるが、一般的にはAl-Mg系、Al-Zn-Mg系、Al-Zn-Mg-Cu系、Al-Cu系、Al-Li

系、Al-Mg-Si系、Al-Si系等であり、具体的には5083、7475、2004等が好適である。超塑性アルミニウム合金は一般的に再結晶粒を微細化することにより超塑性特性を得ており、結晶粒サイズとしては30 $\mu$ m以下が好ましい。また、通常は超塑性変形を行う前に結晶粒を微細化する静的再結晶タイプ(5083、7475等)と、超塑性変形中に動的に再結晶させる連続再結晶タイプの2種類が知られており、本発明においては、これら静的再結晶タイプ、動的再結晶タイプのいずれも使用することができる。静的再結晶により微細化するタイプの材料は前もって圧延板を製造する工程で結晶粒微細化処理を施しても結晶粒径を40 $\mu$ m以下にしておく。あるいは圧延率40%以上の冷間圧延加工しH1n材とするかまたはそれを再結晶が生じない程度に軟化焼鈍したH2nもしくはH3n状態として、超塑性成形時の加熱で再結晶させるようにする。動的再結晶するタイプでは冷間圧延率40%以上の冷間圧延板(H1n)か、それを再結晶が生じない程度に軟化焼鈍したH2nもしくはH3n状態とすることが必要であり、これにより超塑性変形時の動的歪みと温度の関係で変形中に動的な再結晶が生じ微細化する。

【0011】つぎに本発明における接合法について説明する。本発明で用いる接合法は固相接合法であることが必須である。ここで、固相接合法とは、接合部に凝固組織が残らない接合法を意味し、フラッシュバット溶接法のように一時的に接合界面に溶解が生じても接合過程で溶融部が排出されて、その結果接合界面が固相接合となっているものであれば適用できる。ただし、スポット溶接、プロジェクション溶接のような点溶接では、溶接点同志の間は接合されていないために成形時にここからエア漏れを起こすので好ましくない。より具体的には、固相攪拌接合(FSW)、フラッシュバット接合、DCバット接合、電縫溶接等が一般的であり、特に固相攪拌接合(FSW)は接合部に高い歪みが導入され超塑性特性が向上することから好適である。

【0012】本発明による作用は次の通りである。溶融接合の場合は接合部は一旦溶融した凝固組織となるために結晶粒が粗大化し、超塑性特性はまったく失われる。これに対して、固相接合の場合は溶融が起こらないか、あるいは一旦溶融しても溶融金属が接合部から排出さ

れ、その結果接合部には粗大結晶粒は存在しない状態が得られる。さらに、接合界面ならびにその近傍は高温の状態強い塑性加工を受けることから高い歪みが導入されており、そのため接合部は微細再結晶しているか、または少なくとも超塑性成形時の加熱により微細に再結晶する。すなわち接合部の超塑性特性は低下することなく維持される、ないしは向上することになる。その結果、本発明による接合体は超塑性加工により十分な成形を施すことが可能となる。従って、狭幅の圧延板を複数枚接合することにより充分な大きさ大型超塑性板を得ることができ、これを超塑性成形することによりレジャーボート船体などの大型成形体を一体成形することが可能となる。あるいは圧延板を湾曲させ接合することにより5083、7475のような押出・引抜きが困難な合金系でも容易に管を作ることが可能である。しかも超塑性特性が失われていないことから、この管を異形断面金型を用いて超塑性成形により膨管することで、複雑な形状の管状成形体を容易に製造することが可能となる。

【0013】なお、溶融接合では接合部に溶接欠陥として亀裂などが生じやすく、このような亀裂があると超塑性成形時に気体が漏れて成形が困難となるが、固相接合では高い圧力をかけて接合することから、気体が漏れる隙間の発生が無く、このような成形時の問題は無い。

【0014】また、管の製造においては接合後に冷間引き抜きを行っても良い。ただし、再結晶板からなる管を冷間引き抜きするとその部分が次の超塑性加工時の加熱により粗大に再結晶するため、好ましくない。従って、造管時の元板はH1nもしくは再結晶しない程度に焼鈍するH2n、H3nの熱処理を施すことが望ましい。この場合、接合部は高い加工歪みが導入されているため、さらに冷間引き抜きを行ってもこの部分が超塑性時に結晶粒の粗大化を引き起こすことはない。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0016】[実施例1] まず、大型成形品に適する圧延板接合体の実施例について説明する。表1は実施例に用いたアルミニウム合金の合金成分組成である。

【0017】

【表1】

合金	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Cr	Zn	Ti	Zr
1	0.03	0.03	Tr	4.73	0.74	0.12	0.01	0.01	Tr
2	0.03	0.03	1.51	2.33	0.01	0.22	5.69	0.03	Tr

【0018】表1の化学成分の合金を通常の製造方法により合金1は5083相当の合金で、これを板厚2.0mmのH18材に作製した。また合金2は7475相当の合金で、これを板厚2.0mmのW材に作製した。こ

れらの板から幅100mm、長さ100mmの素板を作製し、圧延方向が長手方向となるように表2に示す各種接合法で接合し、100mm×200mmの板を得た。この接合板を、接合部のバリ・余盛りを除去して平坦に

した後、接合部が試験片長手方向の中央になるよう幅10mm、平行部長さ30mmの試験片を作製し、表に示す温度、歪み速度で超塑性引張試験を行った。なお比較のため接合していない元板についても同じ試験を行っ

た。その結果を表2に示す。

【0019】

【表2】

合金	接合法	加温後の結晶粒径		超塑性 成形温度	歪み速度	超塑性 伸び(%)	備考
		元板部	接合部				
1	FSW	12 $\mu$ m	8 $\mu$ m	500℃	$1 \times 10^{-3}$	350	発明例
	DCバット		18 $\mu$ m			290	発明例
	TIG溶接		150 $\mu$ m (凝固組織)			15	比較例
	元板		--			320	比較例
2	FSW	18 $\mu$ m	12 $\mu$ m	530℃	$1 \times 10^{-3}$	890	発明例
	TIG溶接		200 $\mu$ m (凝固組織)			10	比較例
	元板		--			880	比較例

【0020】表に示すようにTIG溶接した試験片は超塑性伸びがほとんど消失しているのに対して、固相接合したものでは結晶粒径も小さく、超塑性特性も接合していない元板と同等あるいは向上したレベルとなっている。従って、本発明によれば、広幅長大な超塑性成形用アルミニウム合金板を得ることができ、大型成型品を超

塑性成形で作ることが可能となる。

【0021】[実施例2]次に超塑性成形用管の実施例について説明する。表3は実施例2に用いたアルミニウム合金の合金成分組成である。

【0022】

【表3】

合金	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Cr	Zn	Ti	Zr
6	0.03	0.03	Tr	4.73	0.74	0.12	0.01	0.01	Tr
7	0.03	0.03	1.51	2.33	0.01	0.22	5.69	0.03	Tr
8	0.62	0.21	0.31	1.01	0.03	0.13	0.01	0.01	Tr

【0023】表3の合金6(5083相当)を通常の製法により板厚2.0mmのH24材とした。また合金7(7475相当)を通常の製法により230℃5時間焼鈍して過時効させた板厚2.0mmのW材とした。これらの板材を直径30mm長さ300mmとなるように曲げ、表4に示す接合法により接合して円形のパイプとした。また合金8(6061相当)を用いて直径30mmのT4材押出パイプを製造した。これらについて超塑

性温度に相当する500℃の空気炉に投入して15分保持後の元板部と接合部の結晶粒を測定した。ついで、図2に示す金型を用いて空気圧により60mmに膨管する超塑性成形をして成形性を評価した。その結果を表4に示す。

【0024】

【表4】

合金	接合法	加温後の結晶粒径		超塑性 成形温度	成形圧力	外径増加	備考
		元板部	接合部				
6	FSW	12 $\mu\text{m}$	8 $\mu\text{m}$	500℃	5気圧	80 $\phi$	発明例
	電磁管		16 $\mu\text{m}$			60 $\phi$	発明例
	TIG溶接		150 $\mu\text{m}$ (凝固組織)			溶接部で 破断	比較例
7	FSW	18 $\mu\text{m}$	12 $\mu\text{m}$	530℃	1気圧	80 $\phi$	発明例
	TIG溶接		200 $\mu\text{m}$ (凝固組織)			溶接部で 破断	比較例
8	元材 (押出パイプ)	54 $\mu\text{m}$	—	500℃	1気圧	42 $\phi$ で 破断	比較例

【0025】表に示すように本発明によるものでは直径30mm→60mmの外径100%の増加が可能であったのに対して、TIG溶接したものでは超塑性伸びがほとんど消失しているため接合部で破断してしまった。また押出材では製管の際に冷間引抜きされており、このため結晶粒の微細化が不十分であり、その結果十分な膨管が得られずに途中で破断してしまった。

#### 【0026】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、元板の超塑性特性を失うことなく広幅長大な板を得ることができ、従って大きな成形能を持つ超塑性成形によりレジャーボートの船体のような大型のものでも一体成形することが可能となる。また本発明による管を用いれば直径の大きく異なる管、あるいは複雑な断面を有する管を製造することが可能となる。さらに超塑性成形の特徴

である板表面の転写性を生かして、複雑な表面模様の大型建材パネルや装飾柱の製造も容易に行える。

#### 【図面の簡単な説明】

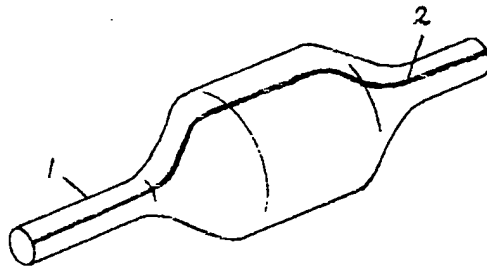
【図1】本発明による複雑断面管の斜視図である。

【図2】本発明の実施例に用いた金型および超塑性成形装置の断面図である。

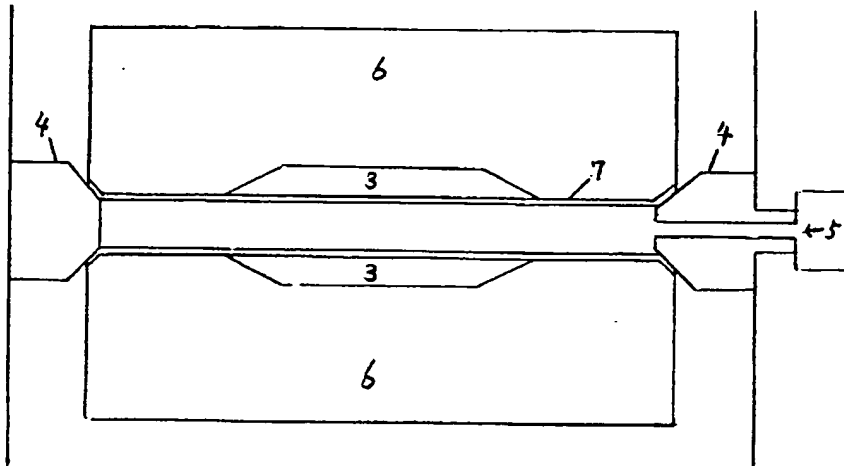
#### 【符号の説明】

- 1……超塑性成形用アルミニウム管
- 2……接合部
- 3……空洞
- 4……シール
- 5……成形用流体
- 6……金型
- 7……超塑性成形用管

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

// B 2 3 K 103:10

Fターム(参考) 4E028 CA01 CA13 EA04 EA07  
4E067 AA05 AB03 BG02 BM00 DC02  
DC03 DC05 DC06 EA07 EA09  
EB08  
4F100 AB02 AB10A AB10B AB11  
AB12 AB13 AB14 AB17 AB18  
AB19 AB31A AB31B BA02  
DA11 EC032 EC172 JK20A  
JK20B